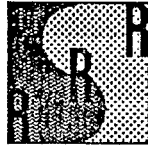




ORSTOM



PROGRAMME CEE-CIRAD N° TS2A 0017 F CD

BAS-FONDS SINE SALOUM

Action de Recherches « Economie de l'eau DRS »

Simulation de pluies sur le bas-fond de KEUR SAMBA DIAMA
du 06/03/1990 au 16/03/1990

A. BERNARD* & B. MARIEU**

* Ingénieur d'étude

** VSN hydrologue

Département Eaux Continentales UR 2B
ORSTOM

Dakar, Juin 1990

22 AVR. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35.251 ex 1

Cote : B

INTRODUCTION

La nouvelle campagne de simulation de pluie dans le bas-fond de KEUR SAMBA DIAMA fait suite aux mesures réalisées sur les bassins versants de NDIBA en 1988 et de KEUR DIANKO en 1989 dans le cadre du programme bas-fonds.

Le bas-fond de KEUR SAMBA DIAMA est situé à l'amont de la station limnimétrique de SAM (bassin versant de 75.6 Km²) qui contrôle les débits de débordement. Le seuil de déversement se situe au niveau 109 cm, à 240 m en amont de la station (voir carte topographique). Le volume retenu est estimé à 23000 m³ correspondant à une surface du plan d'eau de 2,3 ha environ.

Ces mesures ont été effectuées sur trois parcelles avec le nouveau simulateur construit au laboratoire d'hydrologie du centre ORSTOM de DAKAR HANN pour le centre ISRA de KAOLACK. Cela a permis de tester et contrôler ce nouvel ensemble de simulation de pluie qui a donné entière satisfaction.

Ce rapport présente le déroulement de la campagne de mesures et consigne l'ensemble des résultats obtenus sur le bas-fond de KEUR SAMBA DIAMA.

ORGANISATION

La campagne de mesures a été réalisée conjointement par une équipe de l'ORSTOM et une équipe de l'ISRA. Elle a été l'occasion pour les chercheurs et techniciens de l'ISRA de se former sur ce nouveau matériel.

L'ISRA a assuré toutes les mesures d'humidité neutronique, les prélèvements d'échantillons et le suivi du front d'humectation sur chacune des parcelles, et participé au montage et aux manipulations du simulateur de pluie.

Constitution des équipes:

ISRA : 2 techniciens, 2 manoeuvres, 2 gardiens

ORSTOM : 1 ingénieur d'étude responsable, 1 VSN, 1 technicien, 1 chauffeur

Matériel utilisé:

- 1 Toyota double cabine pour le transport du personnel et du matériel,
- 1 Land Rover avec une citerne de 400 litres,
- 1 ensemble simulateur (ISRA),
- 1 groupe électrogène (ISRA),
- 1 sonde à neutron et le matériel de prélèvement d'échantillons (ISRA).

PROTOCOLE DES MESURES

Le protocole de mesures adopté concernant la distribution des averses, le type d'averse, la durée, les temps de ressuyage, et les mesures d'humidité des sols est identique à celui des campagnes précédentes.

Rappel :

-pluies a et e: durée 85 mn, P=96,7 mm (récurrence décennale)

30 mm/h	pendant	30 mn
135 mm/h	«	10 mn
120 mm/h	«	10 mn
90 mm/h	«	10 mn
70 mm/h	«	10 mn
50 mm/h	«	15 mn

-pluies b,c et d: durée 50 mn, P=61,7 mm (récurrence annuelle)

40 mm/h	pendant	10 mn
120 mm/h	«	10 mn
90 mm/h	«	10 mn
70 mm/h	«	10 mn
50 mm/h	«	10 mn

Temps de ressuyage:

72 H entre a et b, 12 H entre b et c, 48 H entre c et d, 12 H entre d et e.

Mesures d'humidité:

seule la parcelle n°2 est équipée d'un tube de mesure neutronique d'humidité, d'1,50 m de profondeur. Ces mesures sont exécutées avant et après chaque pluie, de même que les prélèvements d'échantillons à la tarière (sur les trois parcelles). Un suivi est effectué 6 H, 12 H, 24 H, 48 H, et 8 jours après la dernière pluie.

DESCRIPTION DES PARCELLES

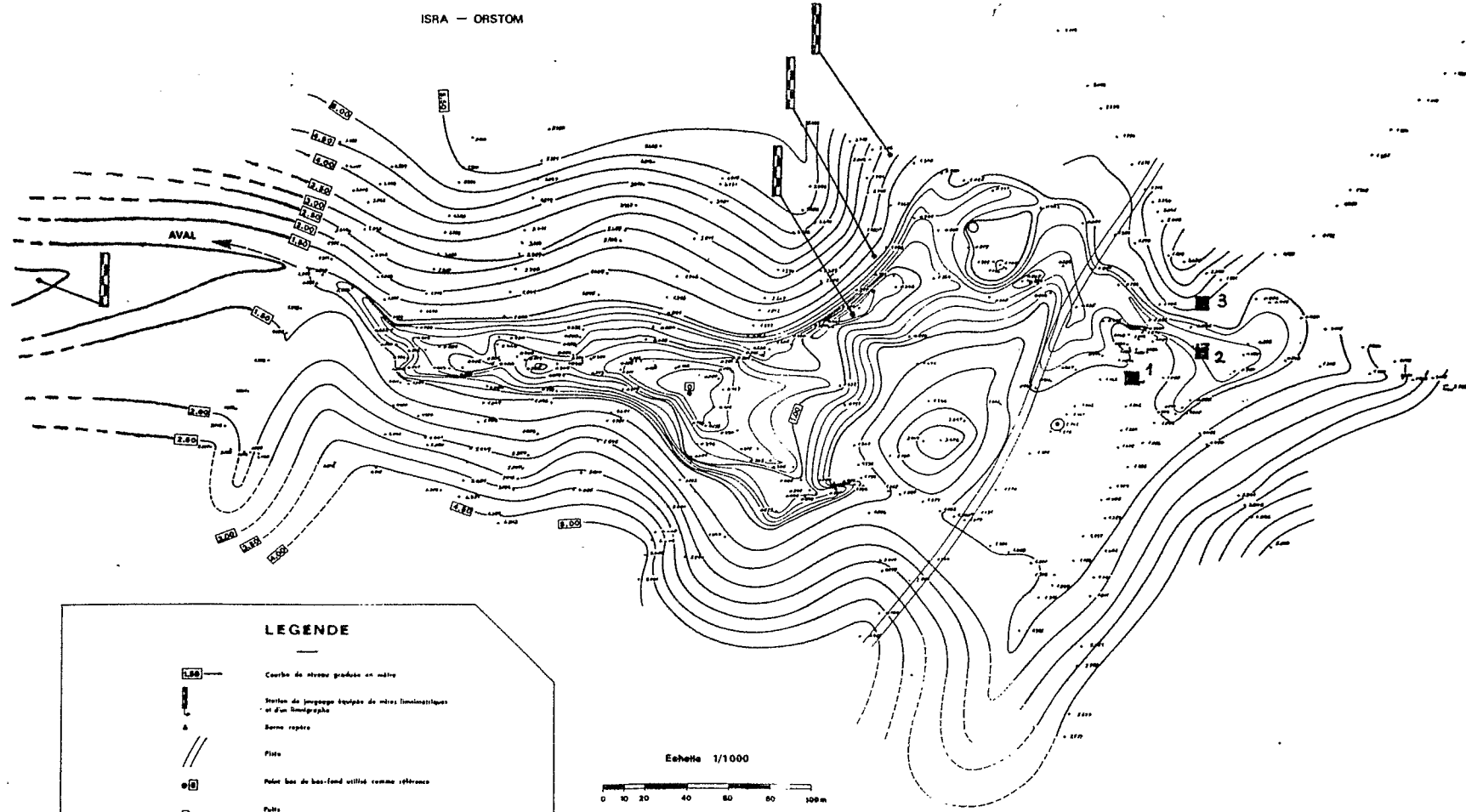
La situation des parcelles est donnée sur le plan topographique du bas-fond (page 4).

- Parcelle 1: placage sableux apporté par les crues, ancien champ de maïs.
- Parcelle 2: bas-fond sablo-argileux, rizière.
- Parcelle 3: bourrelet de berge, culture de mil.

Les détails descriptifs des parcelles sont donnés dans les tableaux ci-après. La terminologie utilisée est celle adoptée par A.CASENAVE et C. VALENTIN dans leur ouvrage "Les états de surface de la zone sahélienne influence sur l'infiltration", ORSTOM 1989.

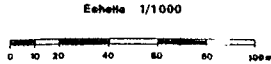
REPUBLIQUE DU SENEGAL
KEUR SAMBA DIAMA
 CARTE TOPOGRAPHIQUE DU BAS-FOND

ISRA - ORSTOM



LEGENDE

- Courbes de niveau graduées en mètres
- Stations de jaugeage équipées de mire; limnigraphes et d'un limnigraphes
- Somme repère
- Route
- Point bas de bas-fond utilisé comme référence
- Puits
- Point coté



1 équivalent des repères de niveau primaires sur le Méridien et de 1/1000 pour les autres.

Tableau 1.1: occupation du sol et végétation

Parcelle	Occupation du sol	Végétation		Litière
		morte	vivante	
1	placage sableux apporté par les crues, ancien champ de maïs	0%	0%	30%

DEROULEMENT DU PROGRAMME : calendrier des mesures

6/03/90 : installation des parcelles 1, 2, et 3, et du tube de sonde sur la parcelle n°2.

7/03/90 : mise en place de la réserve d'eau (1400 l) et organisation de l'approvisionnement.
Montage de l'appareil et étalonnage de la première pluie (a) sur la parcelle 1 vers 17 H.

8/03/90 : début des mesures répertoriées dans le tableau 1: type de pluie, date, heure, et temps de ressuyage observés.

Tableau 1

CALENDRIER DES MESURES			
Date	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3
8/3/90	pluie a, 6h20-7h45	pluie a, 17h50-19h15	
9/3/90			pluie a, 7h20-8h45
10/3/90			
11/3/90	pluie b, 6h-6h50 t ressuyage 70 h pluie c, 17h20-18h10 t ressuyage 10 h	pluie b, 19h23-20h13 t ressuyage 72 h	
12/3/90		pluie c, 5h22-6h12 t ressuyage, 9 h	pluie b, 7h44-8h34 t ressuyage 71 h pluie c, 17h27-18h17 t ressuyage 8 h

RESULTATS

L'ensemble des résultats de la campagne de simulation de pluie sur le site de KEUR SAMBA DIAMA sont consignés dans le tableau 3.

L'objet du présent rapport étant le compte rendu des travaux effectués, nous nous limitons dans ce chapitre à donner quelques interprétations des résultats bruts obtenus.

Analyse du ruissellement

Une extrapolation intéressante des résultats de la simulation consiste à évaluer, pour chaque parcelle, une fonction de production $L_r = f(P, IK)$, IK étant l'indice de Kohler représentant l'état d'humidité du sol:

$$IK(n) = (IK(n-1) + P(n-1)) \cdot \exp(-0.5t), \text{ avec } t \text{ le temps séparant deux averses consécutives.}$$

La détermination de ces relations se fait en deux étapes pour chaque parcelle:

- pour chaque pluie, on calcule les paramètres de la relation :

$$L_r = a \cdot P + b,$$

- on établit ensuite par régression linéaire les droites $a(IK)$ et $b(IK)$.

Le résultat final est une fonction de la forme:

$$L_r = aP \cdot IK + bP + cIK + d$$

$$\text{Parcelle 1: } L_r = 0.00282 P \cdot IK + 0.548 P + 0.0438 IK - 9.07$$

$$\text{Parcelle 2: } L_r = 0.00058 P \cdot IK + 0.912 P + 0.0668 IK - 7.56$$

$$\text{Parcelle 3: } L_r = 0.00140 P \cdot IK + 0.336 P + 0.0130 IK - 5.40$$

Le tableau 2 présente pour les trois types de sols la comparaison entre les lames ruisselées observées et les lames ruisselées calculées à partir des fonctions ci-dessus. Les résultats sont satisfaisants à l'exception de la pluie b de la parcelle 3. Ce tableau montre également l'évolution du coefficient de ruissellement $K (L_r/P)$.

Les graphiques de la figure 1 montrent une réaction différente des parcelles à la pluie. Ainsi sur la parcelle 2 (sol nu, ancienne rizière), le coefficient de ruissellement est très élevé (voir tableau 2) et L_r est essentiellement déterminée par la lame précipitée P , IK et surtout l'intensité de la pluie ne jouant qu'un faible rôle.

Sur la parcelle 1, la forme et la position relative des 5 courbes montrent l'influence de l'humidité du sol et de l'intensité de la pluie sur la lame ruisselée.

Enfin, sur la parcelle 3 où les coefficients de ruissellement sont beaucoup plus faibles (couverture végétale plus dense), l'humidité du sol joue un rôle important dans la genèse de L_r , bien que IK ne semble pas un indice très satisfaisant de la représentation de l'état hydrique du sol (écarts parfois importants entre L_r observée et L_r calculée).

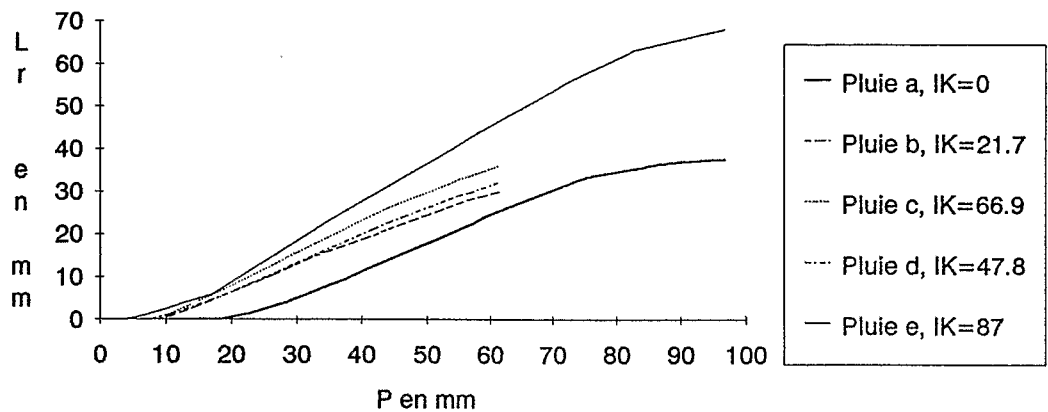
Tableau 2

Parcelle 1: sol sableux de terrasse (maïs)				
P (mm)	IK	Lr réelle(mm)	Lr théor.(mm)	K (%)
96.7	0	37.6	43.8	39
61.7	21.7	30.1	29.4	49
61.7	66.9	36.3	39.2	59
61.7	47.8	32.3	35.0	52
96.7	87	68	71.2	70

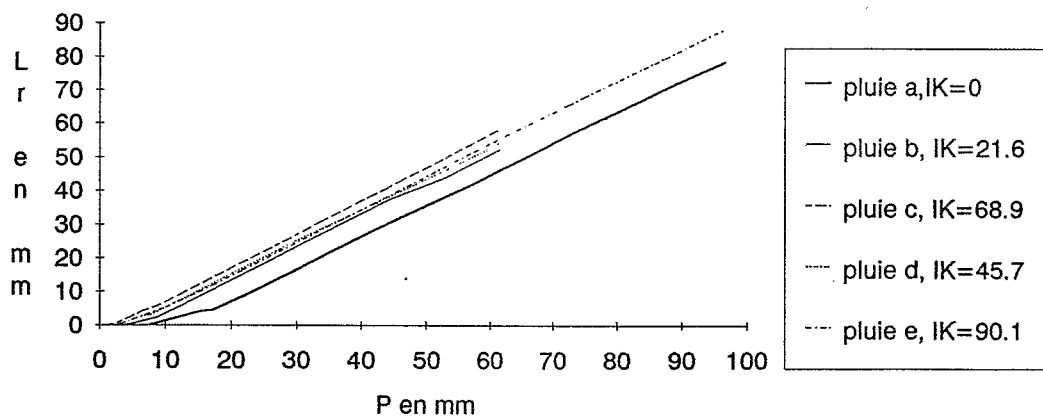
Parcelle 2: sol argilo-sableux de bas-fond (riziculture)				
P (mm)	IK	Lr réelle(mm)	Lr théor.(mm)	K (%)
96.7	0	78.4	80.4	81
61.7	21.6	52.4	50.8	85
61.7	68.9	58.5	55.7	95
61.7	45.7	54.5	53.3	88
96.7	90.1	88.4	91.5	91

Parcelle 3: bourrelet de berge sablo-argileux (mil)				
P (mm)	IK	Lr réelle(mm)	Lr théor.(mm)	K (%)
96.7	0	34.3	27.1	35
61.7	22	9.8	17.5	16
61.7	70.3	22	22.3	36
61.7	45.5	18.7	19.9	30
96.7	87.3	43.5	40.0	45

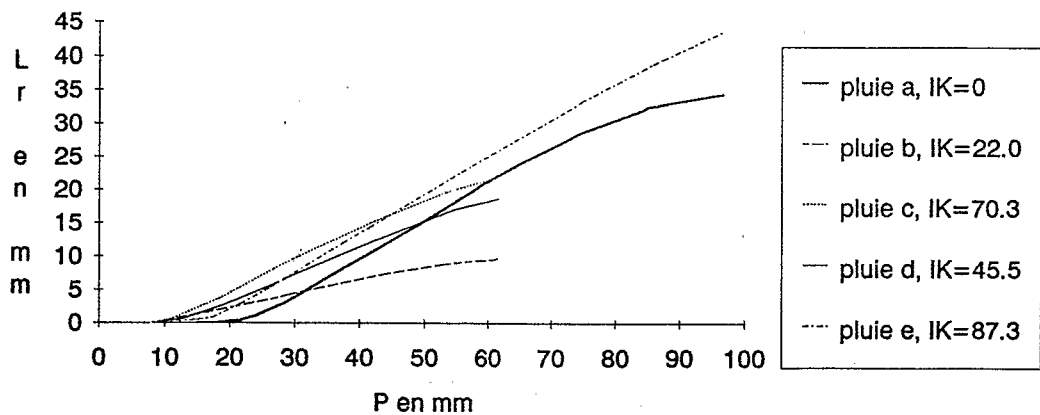
Parcelle n° 1



Parcelle n° 2



Parcelle n° 3



Analyse de l'infiltration

Les graphiques de la figure 2 montrent pour quelques pluies l'évolution simultanée de la lame précipitée et de la lame infiltrée, ainsi que la variation de l'intensité d'infiltration. La pluie d'imbibition (avant le début du ruissellement) est d'autant plus importante que la couverture végétale est dense et que IK est faible.

Les parcelles 1 et 3 ont un comportement assez voisin lorsque le sol est sec. Par contre, au cours de l'expérimentation, la parcelle 3 conserve une bonne capacité à l'infiltration alors qu'au contraire le taux de ruissellement augmente considérablement sur la parcelle 1 (voir tableau 2 et figure 3).

Une couverture végétale plus épaisse ainsi que la formation d'une pellicule indurée superficielle dès la fin de la première pluie sont les causes de cette plus grande sensibilité au ruissellement de la parcelle 1.

La réponse de la parcelle 2 à la pluie est très différente. Le ruissellement a lieu rapidement après le début de la pluie, avant les fortes intensités. La pluie d'imbibition est réduite et l'infiltration augmente très peu par la suite. Ce type de sol peut être considéré comme pratiquement imperméable d'autant plus qu'une croûte de surface se forme assez rapidement.

Compte tenu de la faible variabilité de la qualité des sols argilo-sableux sur les trois parcelles expérimentales, il semble que ce soit surtout la végétation qui favorise l'infiltration, en limitant en particulier la formation des pellicules d'induration.

Figure 2

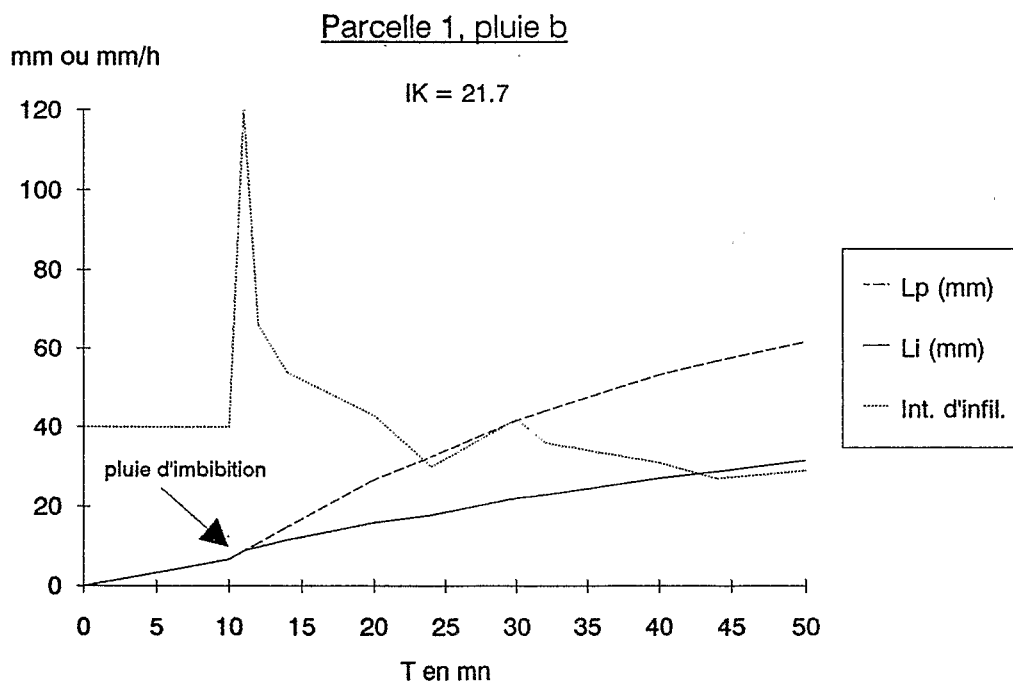
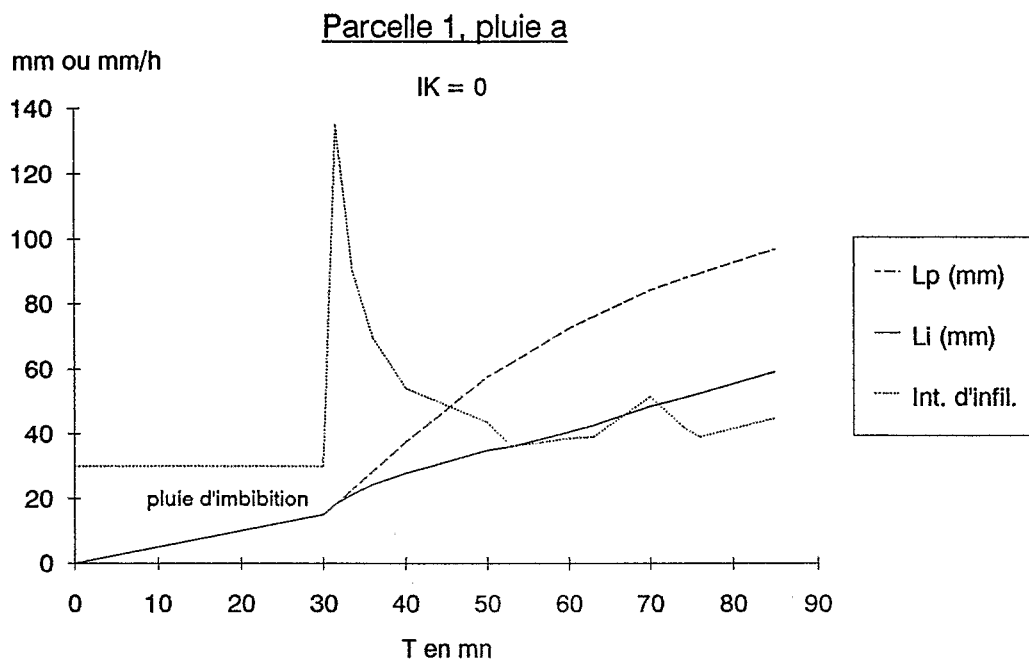


Figure 2 (suite)

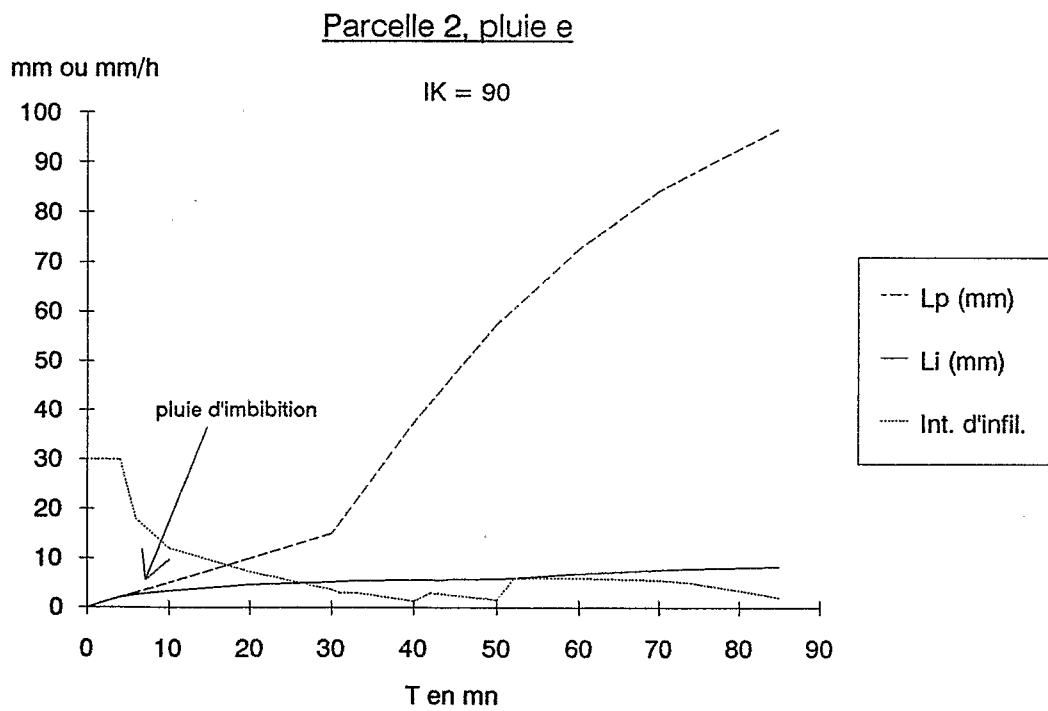
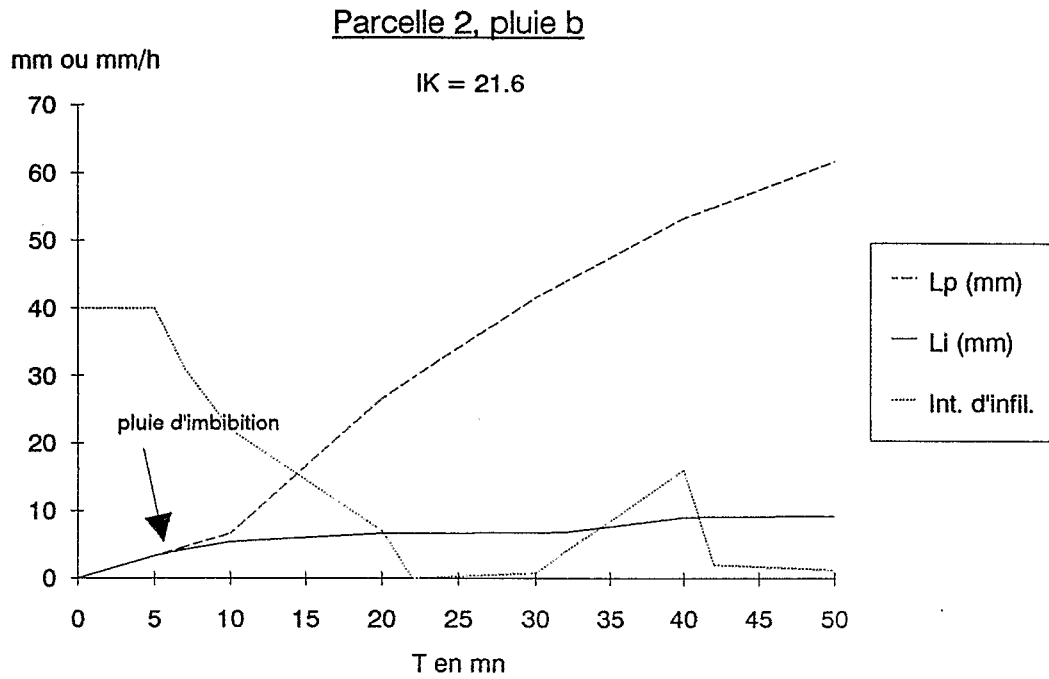
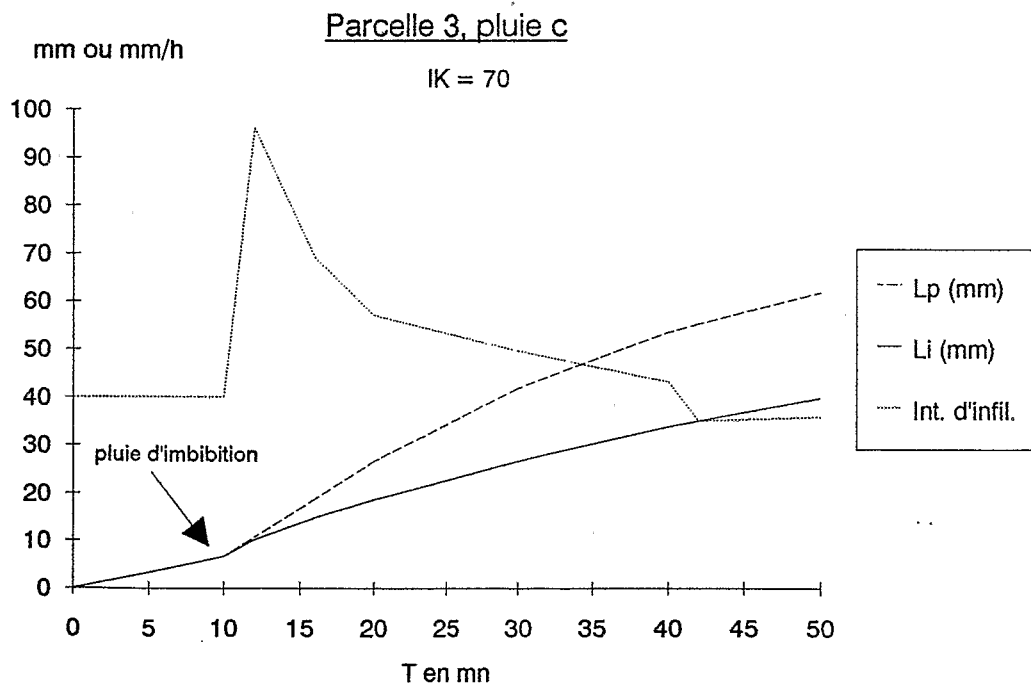
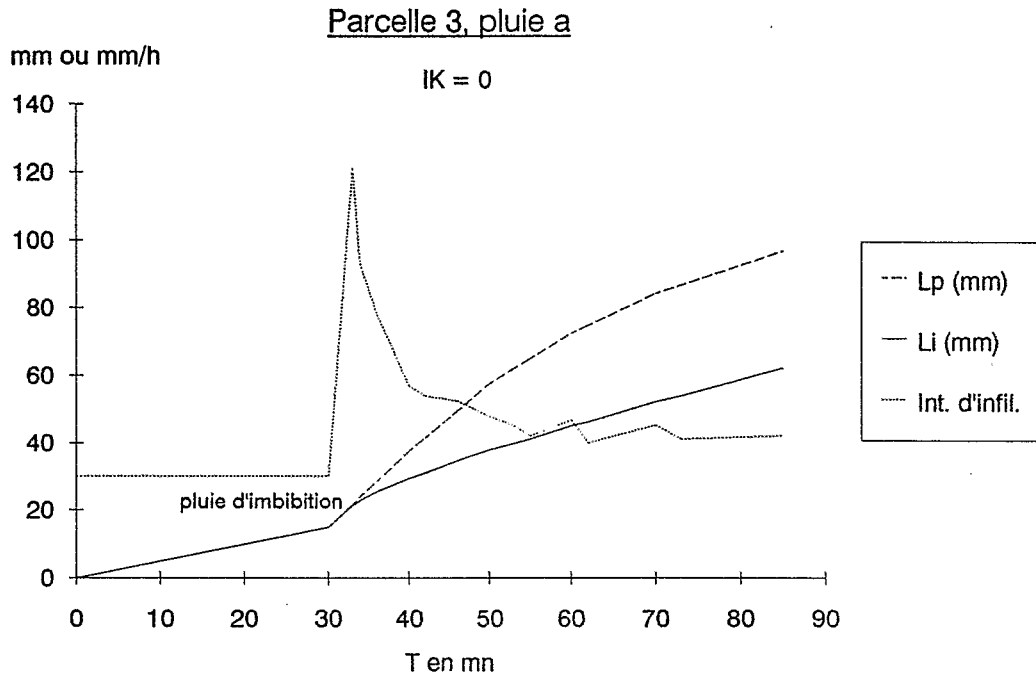


Figure 2 (suite)



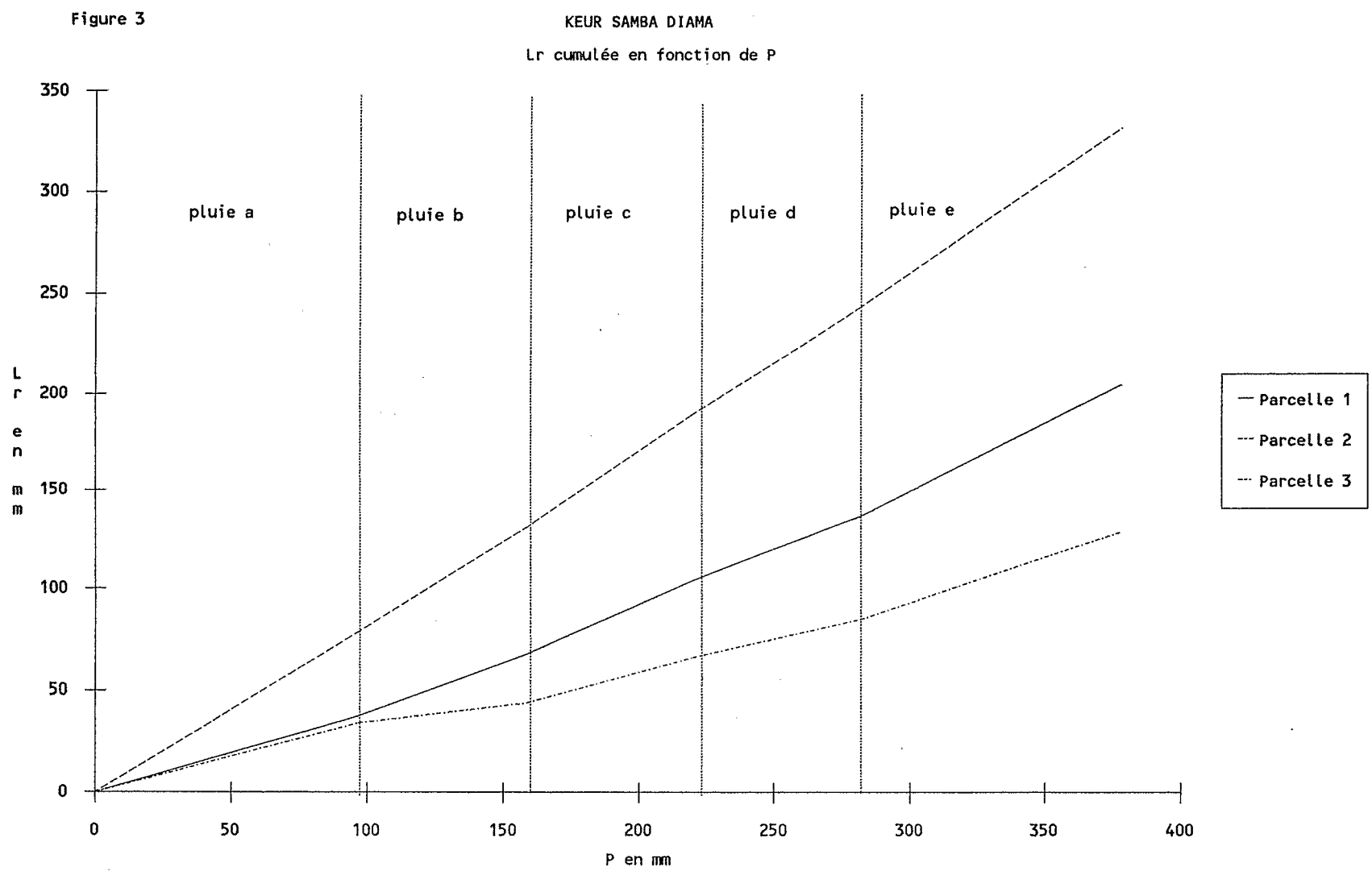


Tableau 3

KEUR SAMBA DIAMA, simulation de pluie de mars 1990, parcelle 1					
Pluie a, IK=0					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
30	30	15	0	15	30
1.5	135	18.4	0	18.4	135
2	135	22.9	1.5	21.4	90
2.5	135	28.5	4.2	24.3	70
4	135	37.5	9.6	27.9	54
2	120	41.5	12.4	29.1	36
8	120	57.5	22.6	34.9	43
1	90	59	24	35	6
2	90	62	25.8	36.2	36
7	90	72.5	31.8	40.7	39
1	70	73.7	32.5	41.2	30
2	70	76	33.5	42.5	39
7	70	84.2	35.7	48.5	51
2	50	85.9	36.2	49.7	36
2	50	87.6	36.5	51.1	42
2	50	89.2	36.8	52.4	39
9	50	96.7	37.6	59.1	45
Pluie b, IK=21.7					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
1	120	8.7	0	8.7	120
1	120	10.7	0.9	9.8	66
2	120	14.7	3.1	11.6	54
6	120	26.7	10.8	15.9	43
2	90	29.7	12.9	16.8	27
2	90	32.7	14.9	17.8	30
6	90	41.7	19.7	22	42
1	70	42.9	20.6	22.3	18
1	70	44.1	21.2	22.9	36
8	70	53.4	26.3	27.1	31
2	50	55.1	27.3	27.8	21
2	50	56.8	28.1	28.7	27
6	50	61.7	30.1	31.6	29
Pluie c, IK=66.9					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
0.5	120	7.7	0	7.7	120
1.5	120	10.7	1.5	9.2	60
4	120	18.7	7	11.7	38
4	120	26.7	13.2	13.5	27
2	90	29.7	15.6	14.1	18
2	90	32.7	17.8	14.9	24
6	90	41.7	24.6	17.1	22
2	70	44.0	26.2	17.8	22
8	70	53.4	31.8	21.6	28
2	50	55.0	32.8	22.2	20
2	50	56.7	33.6	23.1	26
6	50	61.7	36.3	25.4	23

Tableau 3, parcelle 1 (suite)

		Pluie d, IK=47.8			
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
0.5	120	7.7	0	7.7	120
1.5	120	10.7	1.3	9.4	68
2	120	14.7	3.4	11.3	57
2	120	18.7	5.7	13.0	51
2	120	22.7	8.3	14.4	42
2	120	26.7	11.1	15.6	36
2	90	29.7	13.2	16.5	27
8	90	41.7	21.2	20.5	30
2	70	44.0	22.8	21.2	22
2	70	46.4	24.1	22.3	31
6	70	53.4	28.1	25.3	30
2	50	55.0	29	26.0	23
2	50	56.7	29.7	27.0	29
6	50	61.7	32.3	29.4	24
		Pluie e, IK=87			
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
4.5	50	3.75	0	3.8	50
1.5	50	5.0	0.4	4.6	34
2	50	6.7	1	5.7	32
2	50	8.3	1.8	6.5	26
2	50	10.0	2.5	7.5	29
3	50	12.5	3.8	8.7	24
2	135	17.0	6	11.0	69
8	135	35.0	23.4	11.6	5
10	120	55.0	40.9	14.1	15
2	90	58.0	43.7	14.3	6
8	90	70.0	53.7	16.3	15
2	70	72.3	55.7	16.6	10
8	70	81.7	62.4	19.3	20
2	30	82.7	63.2	19.5	6
2	30	83.7	63.6	20.1	18
2	20	86.7	64.6	20.6	22

Tableau 3 (suite)

KEUR SAMBA DIAMA, simulation de pluie de mars 1990, parcelle 2					
Pluie a, IK=0					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
15	30	7.5	0	7.5	30
15	30	15.0	4	11.0	14
1	135	17.3	4.5	12.8	105
2	135	21.8	8.5	13.3	15
4	135	30.8	17.4	13.4	2
3	135	37.5	24	13.5	3
2	120	41.5	27.8	13.7	6
4	120	49.5	35	14.5	12
4	120	57.5	42.2	15.3	12
2	90	60.5	45.2	15.3	0
4	90	66.5	50.7	15.8	8
4	90	72.5	56.6	15.9	2
2	70	74.8	58.8	16.0	4
8	70	84.2	67.2	17.0	7
2	50	85.8	68.8	17.0	2
3	50	88.3	71.1	17.2	4
10	50	96.7	78.4	18.3	6
Pluie b, IK=21.6					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
5	40	3.3	0	3.3	40
2	40	4.6	0.3	4.3	31
3	40	6.6	1.2	5.4	22
1	120	8.6	2.3	6.3	54
9	120	26.6	20	6.6	2
2	90	29.6	23	6.6	1
8	90	41.6	34.9	6.7	1
2	70	44.0	37.1	6.9	4
8	70	53.3	44.3	9.0	16
2	50	55.0	45.9	9.1	2
8	50	61.6	52.4	9.2	1
Pluie c, IK=68.9					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
2	40	1.3	0	1.3	40
2	40	2.7	0.8	1.9	16
6	40	6.7	4.3	2.4	5
1	120	8.7	5.7	3.0	36
2	120	12.7	9.7	3.0	0
7	120	26.7	23.7	3.0	0
2	90	29.7	26.7	3.0	0
3	90	34.2	31.2	3.0	0
5	90	41.7	38.7	3.0	0
2	70	44.0	41	3.0	1
2	70	46.3	43.2	3.1	4
6	70	53.3	50.2	3.1	0
2	50	55.0	51.8	3.2	2
8	50	61.7	58.5	3.2	0

Tableau 3, parcelle 2 (suite)

Pluie d, IK =45.7					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
3	40	2	0	2.0	40
1	40	2.7	0.1	2.6	34
6	40	6.7	2.9	3.8	12
0.5	120	7.7	3.1	4.6	96
9.5	120	26.7	21.9	4.8	1
0.5	90	27.4	22.6	4.8	6
1.5	90	29.7	24.9	4.8	0
8	90	41.7	35.9	5.8	8
0.5	70	42.3	36.5	5.8	0
9.5	70	53.3	46.5	6.8	7
5	50	57.5	50.3	7.2	4
5	50	61.7	54.5	7.2	0
Pluie e, IK =90.1					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
4	30	2	0	2.0	30
2	30	3.0	0.4	2.6	18
4	30	5.0	1.6	3.4	12
10	30	10.0	5.4	4.6	7
10	30	15.0	9.8	5.2	4
1	135	17.3	12	5.3	3
2	135	21.8	16.4	5.4	3
7	135	37.5	32	5.5	1
2	120	41.5	35.9	5.6	3
8	120	57.5	51.7	5.8	1
2	90	60.5	54.5	6.0	6
8	90	72.5	65.7	6.8	6
2	70	74.8	67.9	6.9	4
8	70	84.2	76.5	7.7	6
2	50	85.8	78.1	7.7	2
2	50	87.5	79.6	7.9	5
11	50	96.7	88.4	8.3	2

Tableau 3 (suite)

KEUR SAMBA DIAMA, simulation de pluie de mars 1990, parcelle 3					
Pluie a, IK=0					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
30	30	15	0	15.0	30
1.3	135	17.9	0	17.9	135
1.7	135	21.8	0.4	21.4	121
1	135	24.0	1.1	22.9	93
2	135	28.5	3	25.5	78
4	135	37.5	8.2	29.3	57
2	120	41.5	10.4	31.1	54
4	120	49.5	14.9	34.6	53
4	120	57.5	19.7	37.8	48
1	90	59.0	20.8	38.2	24
2	90	62.0	22.3	39.7	45
2	90	65.0	23.9	41.1	42
5	90	72.5	27.5	45.0	47
1	70	73.7	28.1	45.6	34
1	70	74.8	28.6	46.2	40
8	70	84.2	31.9	52.3	45
1	50	85.0	32.4	52.6	20
2	50	86.7	32.7	54.0	41
12	50	96.7	34.3	62.4	42
Pluie b, IK=22.0					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
0.75	120	8.2	0	8.2	120
1.25	120	10.7	0.5	10.2	96
2	120	14.7	1.3	13.4	96
6	120	26.7	3.7	23.0	96
2	90	29.7	4.4	25.3	69
8	90	41.7	6.9	34.8	71
2	70	44.0	7.4	36.6	55
8	70	53.3	8.9	44.4	59
2	50	55.0	9.1	45.9	44
2	50	56.7	9.2	47.5	47
6	50	61.7	9.6	52.1	46
Pluie c, IK=70.3					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
0.75	120	8.2	0	8.2	120
1.25	120	10.7	0.5	10.2	96
4	120	18.7	3.9	14.8	69
4	120	26.7	8.1	18.6	57
2	90	29.7	9.6	20.1	45
8	90	41.7	15	26.7	50
2	70	44.0	16	28.0	40
8	70	53.4	19.6	33.8	43
2	50	55.0	20.1	34.9	35
8	50	61.7	22	39.7	36

Tableau 3, parcelle 3 (suite)

Pluie d, IK=45.5					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
10	40	6.7	0	6.7	40
0.5	120	7.7	0	7.7	120
2.5	120	12.7	0.6	12.1	106
3	120	18.7	2.6	16.1	80
4	120	26.7	5.8	20.9	72
2	90	29.7	7.2	22.5	48
8	90	41.7	12.1	29.6	53
2	70	44.0	13	31.0	43
8	70	53.4	16.5	36.9	44
2	50	55.0	17.1	37.9	32
8	50	61.7	18.7	43.0	38
Pluie e, IK=87.3					
Temps (mn)	Int. (mm/h)	P (mm)	Lr (mm)	Li (mm)	Int. d'infil.
14	30	7	0	7.0	30
5	30	9.5	0.1	9.4	29
11	30	15.0	0.5	14.5	28
1	135	17.3	0.8	16.5	117
2	135	21.8	2.9	18.9	72
2	135	26.3	5.4	20.9	60
5	135	37.5	12	25.5	56
2	120	41.5	14.3	27.2	51
8	120	57.5	23.6	33.9	50
2	90	60.5	25.4	35.1	36
8	90	72.5	31.9	40.6	41
2	70	74.8	33.2	41.6	31
8	70	84.2	37.9	46.3	35
2	50	85.8	38.8	47.0	23
2	50	87.5	39.5	48.0	29
11	50	96.7	43.5	53.2	28